

نقش ژئومورفولوژی در تشکیل و کیفیت سنگدانه‌ها در حوضه‌های پاتاق و قلعه

شاهین

شهرام بهرامی: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزواری، ایران *
محمدعلی زنگنه‌اسدی: دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزواری، ایران
کاظم بهرامی: دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
رضا حسینی: دانشجوی دکتری زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۱/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰، صص ۱-۱۶

چکیده

هدف این تحقیق بررسی نقش اشکال و فرایندهای ژئومورفولوژی در تشکیل و کیفیت سنگدانه‌ها در دو حوضه پاتاق و قلعه شاهین می‌باشد. جهت دست‌یابی به این هدف، ابتدا لندفرم‌های ژئومورفولوژی بر اساس تصاویر ماهواره‌ای کویک برد و مطالعات میدانی منطقه شناسایی گردید. تعداد ۹۷ مخروط افکنه در منطقه مطالعاتی تشکیل شده است که سطح اغلب آنها قدیمی یا غیر فعال می‌باشند. وجود قله‌های درشت دانه و دارای شیارهای کارستیکی، هوازگی بیشتر، پوشش ورنی و تشکیل خاک در سطح اغلب مخروط افکنه‌ها، نشان‌دهنده تشکیل آنها در شرایط اقلیمی مرطوبتر کواترن است. به علاوه، نتایج دانه‌سنجی رسوبات نشان‌دهنده وجود رسوبات ریز تر در سطح مخروط‌های جدید و رسوبات درشت تر در مخروط‌های قدیمی است که این موضوع نیز وجود شرایط اقلیمی پرباران تر در زمان تشکیل مخروط‌های قدیمی را نشان می‌دهد. در میان اشکال ژئومورفولوژی، مخروط افکنه‌های واریزه‌ها به عنوان لندفرم‌های دارای قابلیت استخراج سنگدانه مشخص گردیدند. جهت بررسی کیفیت سنگدانه‌ها، تعداد ۱۸ نمونه از سنگدانه‌های واقع در مخروط افکنه‌ها و واریزه‌ها برداشت شد و آزمایش ارزش ضربه‌ای آنها بر اساس ال‌ک شماره ۸ انجام گردید. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که میانگین ارزش ضربه‌ای در واریزه‌ها، مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید به ترتیب ۹.۵۷، ۹.۴۷ و ۸ درصد می‌باشد. نتایج داده‌ها نشان‌دهنده آن است که با وجود کیفیت مناسب سنگدانه‌ها در واریزه‌ها و مخروط افکنه‌ها، مخروط افکنه‌های قدیمی به علت قرار گرفتن در معرض هوازگی طولانی مدت، دارای سنگدانه‌های با کیفیت نسبتاً پایین تری هستند. در مجموع بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که مقاومت، توزیع و حجم سنگدانه‌ها تا حدود زیادی به اشکال و فرایندهای ژئومورفولوژی وابسته است.

واژه‌های کلیدی: پاتاق، قلعه شاهین، سنگدانه، ژئومورفولوژی، فرایند، واریزه، مخروط افکنه

مقدمه

ساختمانی، زیرسازي راه‌ها و راه آهن‌ها، پل‌ها، تونل‌ها، سدها و فرودگاه‌ها هستند (شونی‌گو و پاولین، ۱۹۹۷: ۱۲۹). سنگ بستر ابتدا تحت تاثیر هوازگی، به قطعات کوچکتری تبدیل شده و سپس

در میان مصالح ساختمانی، سنگدانه‌ها دارای کاربردهای وسیعی در ساخت بتون، ملاط و گچ

تغییرات سطح آب زیرزمینی نقش مهمی در کیفیت سنگدانه‌ها دارند به طوریکه سنگدانه‌ها توسط نمک تخریب می‌شوند. وجود نمک در ساختمانهای دارای سنگدانه‌های آلوده به نمک، و شستشوی آنها توسط بارندگی باعث تخریب آنها می‌گردد. بنظر آنها، سطوح بیابانی مرتفع تر مانند مخروط افکنه‌ها و وادیه‌های فعال بدون نمک، دارای منابع بهتری از سنگدانه هستند. بررسی کیم^۴ (۲۰۰۱: ۹۹) نشان داد که تغییرات اقلیمی کوتاه‌تری و فرایندهای ژئومورفولوژی ناشی از آن نقش مهمی در سنگدانه‌های شبه جزیره کره ایفا کرده است. بررسی او نشان داد که سنگدانه‌های ساختمانی با کیفیت مناسب در بسترهای رودخانه‌ای هولوسن و پشته‌های ماسه‌ای زیر دریایی^۵ تشکیل شده است.

بررسی‌های لیندزی و ملیک^۶ (۲۰۰۲: ۸) روی مخروط افکنه‌های جنوب شرق آریزونا نشان داد که مخروط افکنه‌ها دارای رسوبات با اندازه‌ها و گرد شدگی‌های متفاوت هستند که دارای کاربردهای متفاوتی به عنوان مصالح ساختمانی هستند. بررسی آنها مشخص نمود که گراول‌های با منشا آتشفشانی، زوایه دار بوده و نیازی به خرد شدن جهت استفاده در آسفالت ندارند در حالی که گراول‌هایی که از سنگهای رسوبی تشکیل شده اند، گرد شده هستند و نیاز به خرد کردن جهت استفاده در آسفالت دارند. مطالعات کندی و فروز^۷ (۲۰۰۸) نشان داد که در محل اتصال

مواد خرد شده، توسط عوامل فرساینده مانند آب، باد، یخچالها و نیروی ثقل منتقل شده و نهایتا در لندفرمهای خاصی به عنوان سنگدانه تجمع می‌یابند.

عواملی مانند رودخانه‌ها، یخچالها، فرایندهای دریایی، آتشفشانها و زلزله‌ها هر کدام در شکل‌گیری سنگدانه‌ها نقش دارند (لانگر و نیپر^۱، ۱۹۹۸: ۲). اغلب منابع سنگدانه در لندفرم‌های یخچالی، آبرفتی، رودخانه‌ای و ساحلی پیدا می‌شوند. علاوه بر این که شناخت نوع لندفرمها در مکانیابی منابع سنگدانه موثر است، بررسی درجه هوازگی نیز دارای اهمیت زیادی در تعیین کیفیت سنگدانه‌ها می‌باشد. افزایش میزان هوازگی، کارایی سنگدانه‌ها را کاهش می‌دهد به طوری که جداسازی سنگدانه‌های هوازده از سنگدانه‌های سالم یا غیر هوازده دارای هزینه‌های زیادی است (فوکز^۲، ۱۹۹۱: ۹).

فوکز (۱۹۸۰: ۲۲۲) سنگ‌ها را از نظر درجه هوازگی به ۶ رده تقسیم کرد و کاربرد هر رده را در کارهای ساختمانی مشخص کرد. بنظر او سنگ‌های با هوازگی شدید و کاملاً هوازده، جهت استفاده به عنوان سنگدانه مناسب نیستند بلکه می‌توان از آنها در زیر سازی جاده‌ها استفاده نمود. فوکز همچنین نتیجه گرفت که کارایی بتون تا حدود زیادی به درجه هوازگی سنگ بستری مربوط است که سنگدانه از آن استخراج شده است. فوکز و هیگینگ باتم^۳ (۱۹۸۰: ۴۷) در بررسی مشکلات سنگدانه‌ها در بیابانهای شبه جزیره عربستان نشان دادند که خاصیت موئینگی و

4 - Kim

5 - Submarine sand bars

6 - Lindsey and Melick

7 - Kennedy and Froese

1 - Langer and Knepper

2 - Fookes

3 - Higginbottom

کیفیت کمتری نسبت به مخروط‌افکنه‌های جدید هستند.

به طور کلی مطالعات نشان می‌دهد که بسترهای رودخانه‌ای (کندی و فروز ۲۰۰۸: ۱۷۶؛ کیم، ۲۰۰۱: ۸۱)، مخروط‌افکنه‌ها (لانگر و همکاران ۲۰۰۴: ۲۰؛ لیندزی و ملیک، ۲۰۰۲: ۱)، پادگانه‌های آبرفتی (اشمیت و کولیس^۲، ۲۰۰۱: ۱۶)، لندفرمهای یخچالی مانند کام‌ها، اسکیرها و دشت‌های یخ آبرفتی^۳ (اشمیت و کولیس، ۲۰۰۱: ۲۰)، تلماسه‌ها^۴ و پهنه‌های ماسه‌ای (فوکز و همکاران، ۲۰۰۷: ۸۲) و واریزه‌ها (پانیزا^۵، ۱۹۹۶: ۱۲؛ بل^۶، ۲۰۰۷: ۳۰۰) لندفرم‌های مناسبی جهت استخراج سنگدانه محسوب می‌شوند.

تعیین محل استخراج سنگدانه‌ها یکی از مشکلات اساسی در حوضه‌های پاتاق و قلعه شاهین است. علت این مشکل، توسعه کشاورزی در بسترهای رودخانه‌ای است به طوری که کشاورزان حاضر به واگذاری و فروش بسترهای رودخانه‌ای کشت شده برای بهره برداری سنگدانه نیستند. بنابراین توجه به دیگر لندفرم‌ها مانند مخروط‌افکنه‌ها و واریزه‌ها جهت استخراج سنگدانه‌ها امری ضروری است. بخش‌های وسیعی از حوضه قلعه شاهین از سطوح مخروط‌افکنه‌ای تشکیل شده است. همچنین سطوح واریزه‌ای وسیعی در حوضه پاتاق گسترش دارد. با وجود این که مخروط‌افکنه‌ها و واریزه‌ها دارای قابلیت مناسبی به عنوان سنگدانه هستند. بررسی میزان و نوع

شاخه فرعی با رودخانه اصلی، جریان متلاطم باعث رسوبگذاری رسوبات درشت تر مانند گراول در نقطه جداشدگی جریان^۱ می‌شود در حالیکه کمی بالاتر از محل اتصال رودخانه فرعی (جایی که آب دارای سرعت کمتری است)، رسوبات ریزتر مانند سیلت و رس رسوب می‌کنند.

بررسی‌های مربوط به رابطه بین ژئومورفولوژی و سنگدانه‌ها در ایران بسیار محدود است و بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه سنگدانه‌ها، مربوط به ارزیابی ویژگی‌های مهندسی سنگدانه می‌باشد (حسنلی و همکاران، ۱۳۸۶؛ تلخابلو و همکاران، ۱۳۸۶؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۸۹). حسین زاده و هراتی (۱۳۸۶) در بررسی هوازدهی سنگهای ساختمانی کلان شهر مشهد، نوع و شدت هوازدهی سنگهای نما را ارزیابی کردند. بررسی آنها نشان داد که سنگ گرانیت مقاومترین سنگ در برابر هوازدهی است. بررسی آنها همچنین نشان داد که در جهت جغرافیایی جنوب، هوازدهی بیشتر از نوع تخریب حرارتی و سپس انحلال است. بهرامی و همکاران (۱۳۹۰) نقش ژئومورفولوژی را در کیفیت سنگدانه‌های واریزه‌ای، مخروط‌افکنه‌های جدید و قدیم و بسترهای رودخانه‌ای حوضه خرم آباد بررسی کردند. بررسی آنها نشان داد که با وجود کیفیت مناسب سنگدانه‌ها در همه لندفرم‌های مذکور، کیفیت واریزه‌ها، به علت وجود رسوبات تازه تر، بیشتر از دیگر لندفرم‌ها بوده در حالی که مخروط‌افکنه‌های قدیمی به علت تأثیر فرآیند هوازدهی بیشتر، دارای

2 - Smith and Collis

3 - outwash plains

4 - sand dunes

5 Panizza

6 - Bell

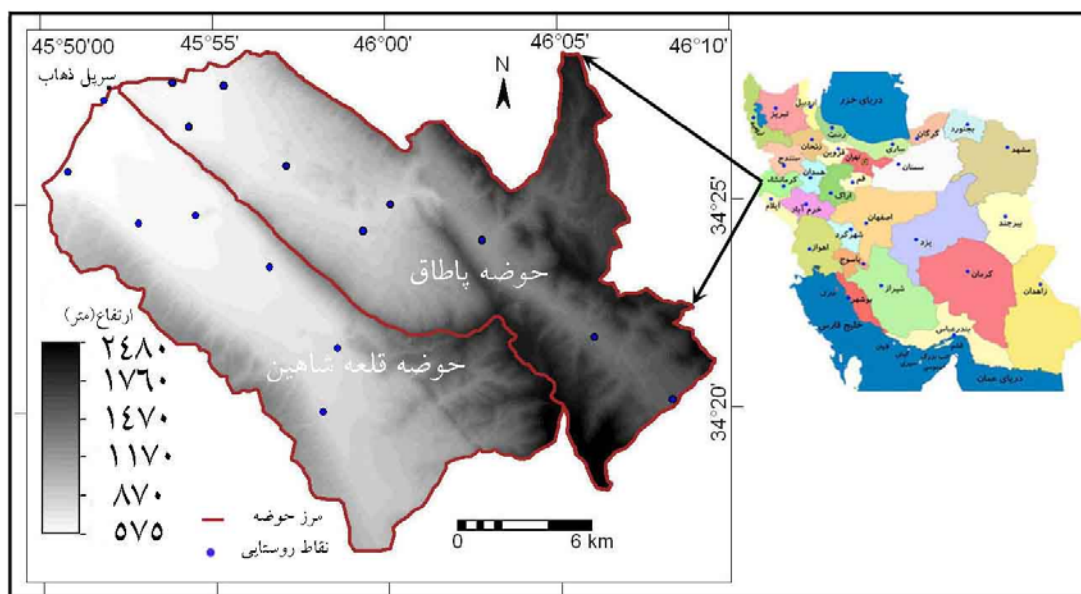
1 - separation point

فرود محوری دارند. سازندهای زمین شناسی حوضه پاطاق شامل آسماری، آسماری- شهبازان، تله زنگ، امیران، گرو، گورپی، آغاجاری، گچساران و آبرفتهای کواترنری هستند که به ترتیب ۰.۹۴، ۴۰.۵، ۸.۴۷، ۱۱.۸۷، ۳.۵، ۱.۱۶، ۸.۱، ۰.۶، ۲۴.۸۷ درصد از مساحت حوضه را تشکیل می دهند. حوضه قلعه شاهین شامل سازندهای تله زنگ، آسماری، گچساران، میشان، آغاجاری و آبرفتهای کواترنر است (شکل ۲) که به ترتیب ۸.۳۵، ۴۲.۷۹، ۰.۹، ۰.۳۲، ۰.۰۴ و ۴۳.۵۸ درصد از مساحت حوضه را به خود اختصاص داده اند. سازند آسماری (آهک) و آسماری- شهبازان (آهک و دولومیت) بخش اعظم طاقدیس‌های نواکوه و دنه خشک را تشکیل می دهند. سازند تله زنگ (آهک رسی) در طاقدیس نواکوه برونزد دارد. سازند امیران شامل سیلت استون، ماسه سنگ، کنگلومرا و آهک‌های شیلی است و در حاشیه دشت پاطاق گسترش دارد. سازندهای گچساران (انیدریت، نمک، لایه‌های نازک آهک و مارن)، میشان (آهک و مارن)، آغاجاری (ماسه سنگ‌های آهکی- گچی، مارن و سیلت استون) و رسوبات کواترنری در دشت‌های پاطاق و قلعه شاهین گسترش دارند. بارندگی متوسط ایستگاه سینوپتیک سرپل ذهاب در حوالی خروجی حوضه‌های مورد مطالعه براساس دوره آماری (۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰) ۴۶۸ میلی‌متر است.

هوازدگی در آنها نقش موثری در تعیین محل‌های مناسب استخراج سنگدانه‌ها ایفا می نماید. بنابراین، هدف این تحقیق تعیین لندفرمهای دارای قابلیت استخراج سنگدانه و بررسی نقش فرآیندهای ژئومورفولوژی در تشکیل و تعیین کیفیت سنگدانه‌ها در حوضه‌های پاطاق و قلعه شاهین است.

منطقه مورد مطالعه

حوضه‌های آبخیز پاطاق و قلعه شاهین به عنوان منطقه مورد مطالعه، بخش بالادست حوضه الوند در استان کرمانشاه (در حاشیه جنوب شرقی شهر سرپل ذهاب) را تشکیل می‌دهند (شکل ۱). حوضه‌های پاطاق و قلعه شاهین با مساحت به ترتیب ۱۹۲.۵۷ و ۱۶۹.۸ کیلومتر مربع، بخشی از زاگرس چین خورده می باشد که روند چین‌های این محدوده، شمال غرب - جنوب شرق می باشد. طاقدیس نواکوه بخش جنوب شرقی حوضه پاطاق را تشکیل می دهد. بخش شمال غربی طاقدیس در اثر فرسایش به صورت یک دشت طاقدیزی (کمب) ظاهر شده است. حوضه قلعه شاهین بین دو طاقدیس نواکوه (در شمال شرق) و طاقدیس دنه خشک (در جنوب غرب) قرار گرفته است. قله نواکوه با ارتفاع ۲۴۸۰ متر بالاترین ارتفاع دو حوضه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. حداقل ارتفاع حوضه قلعه شاهین و پاطاق به ترتیب ۵۵۰ و ۵۸۰ متر است. طاقدیس نواکوه و دنه خشک و همچنین دشت قلعه شاهین به سمت شمال غرب



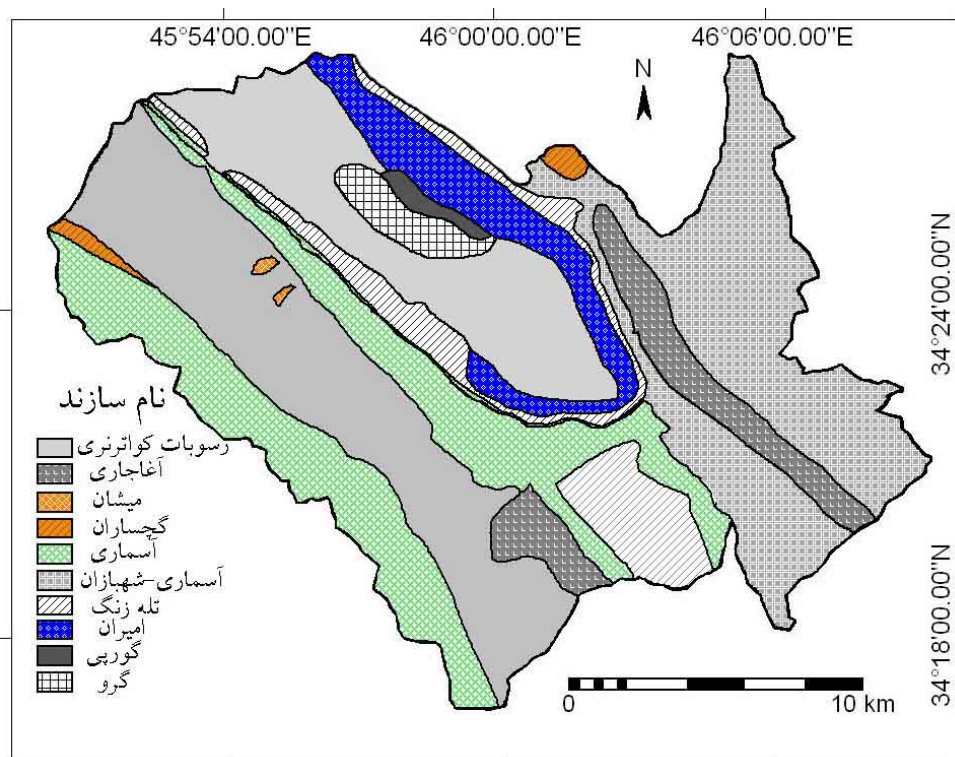
شکل ۱- موقعیت و سطوح ارتفاعی حوضه پاتاق و قلعه شاهین

مواد و روش‌ها

ابتدا محدوده حوضه آبخیز پاتاق و قلعه شاهین تعیین گردید و سپس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ محدوده مطالعاتی در محیط نرم‌افزاری ILWIS رقومی گردیدند. بر اساس تصاویر ماهواره‌ای کویک برد و مطالعات میدانی، لندفرم‌های ژئومورفولوژی منطقه شناسایی و بر اساس آن نقشه ژئومورفولوژی منطقه (شکل ۳) تهیه گردید. در میان اشکال ژئومورفولوژی، مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید، و واریزه‌ها به عنوان لندفرم‌های دارای قابلیت استخراج سنگدانه مشخص گردیدند.

برای بررسی گرانولومتری رسوبات مخروط افکنه‌ها، دو نمونه از مخروط افکنه‌های قدیمی و دو

نمونه از مخروط‌های جدید برداشت شد. در هر نمونه، مقدار ۳۰۰ گرم رسوب برداشت گردید و بعد از مراحل خشک کردن و غربال کردن آن از الک ۲ میلیمتری، ۱۰۰ گرم رسوب جدا شد. سپس رسوبات در غربالهای دستگاه شیکر، که منافذ آن از بالا به پائین کوچکتر می‌شود، قرار گرفت و به مدت ۱۰ دقیقه روش شد. سپس با ترازوی دقیق، درصد رسوبات براساس قطر آنها تعیین گردید. بر اساس داده‌های مذکور، نمودار گرانولومتری تجمعی چهار نمونه ترسیم گردید.



شکل ۲- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (منبع: نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، شیت قصر شیرین)

استوانه‌ای (ظرف دستگاه ارزش ضربه‌ای) به قطر ۱۰۲ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر ریخته و در هر لایه با یک میله فولادی کوچک، ۲۵ ضربه آرام به مصالح داخل ظرف وارد شد. ظرف را در دستگاه ارزش ضربه‌ای قرار داده و با یک پتک فلزی ۱۵ بار از ارتفاع ۳۸۰ میلی‌متری به صورت سقوط آزاد به آن ضربه اعمال گردید. پس از اعمال ضربه، وزن بخشی از سنگدانه‌ها که از الک شماره ۸ گذشتند، تعیین شد و ارزش ضربه‌ای به درصد مشخص گردید. هرچه عدد ارزش ضربه‌ای کمتر باشد مقاومت یا کیفیت سنگدانه بیشتر است.

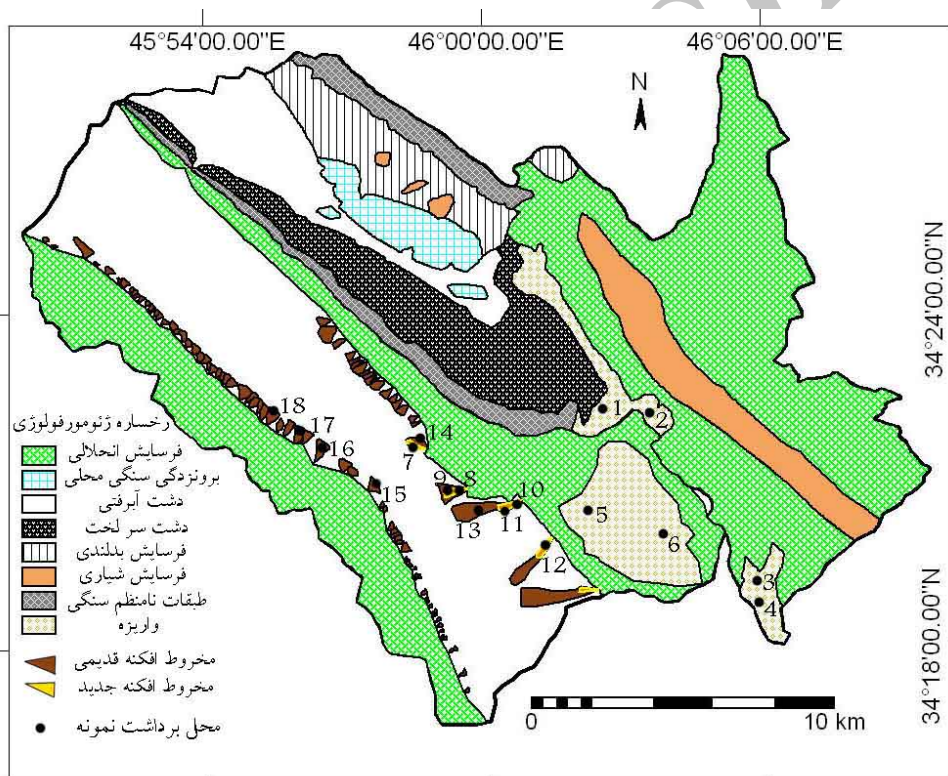
نتایج

حوضه‌های مورد مطالعه از نظر زمین شنای بخشی از زاگرس چین خورده هستند که در آن دشتها منطبق

برای بررسی کیفیت سنگدانه‌ها، آزمایش ارزش ضربه‌ای سنگدانه‌ها در ۱۸ نمونه از لندفرم‌های واریزه، مخروط افکنه قدیمی و جدید انجام شد. ارزش ضربه‌ای برابر است با نسبت وزنی بخشی از سنگدانه‌ها که از الک شماره ۸ می‌گذرد، به وزن کل نمونه انتخاب شده برای آزمایش، که بر حسب درصد بیان می‌شود. روش انجام آزمایش بر اساس استاندارد BS-812 انجام شده است (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۹). ابتدا نمونه‌ها را به مدت ۵ تا ۶ ساعت در آون قرار داده به گونه‌ای که نمونه کاملاً خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک شده را با استفاده از الک ۱۲/۵ میلی‌متری و ۱۰ میلی‌متری الک کرده و دانه‌هایی که بین این دو الک باقی مانده‌اند، انتخاب گردیدند. سپس مصالح را در ۳ لایه درون ظرف

اشکال فرسایشی در حوضه پاتاق شده است. همان گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد در حوضه پاتاق، به علت تنوع لیتولوژی، رخساره‌های فرسایش شیاری، بدلندی، فرسایش کارستی، دشت سرلخت، برون زدگی سنگی محلی، طبقات نامنظم سنگی، واریزه، دشت‌های آبرفتی تشکیل شده‌اند. در حوضه قلعه شاهین تنها رخساره‌های فرسایش کارستی، واریزه، مخروط افکنه و دشت آبرفتی دیده می‌شود.

بر ناودیس و کوهها منطبق بر طاق‌دیس‌ها هستند. طاق‌دیس نواکوه که بخش اعظم حوضه پاتاق را در بر گرفته است، دارای فرود محوری به سمت شمال غرب و جنوب شرق است. بخش شمال غربی طاق‌دیس نواکوه، تحت تاثیر فشارهای تکتونیکی و فرسایش، از بین رفته و کمب پاتاق را تشکیل داده است. فرسایش در محل کمب پاتاق باعث برونزد سازندهای قدیمی مانند گرو و گورپی در مرکز دشت شده است. تنوع سازندهای زمین شناسی باعث تنوع



شکل ۳ - رخساره‌های ژئومورفولوژی و موقعیت ۱۸ نمونه برداشتی از سنگدانه‌ها در حوضه پاتاق و قلعه شاهین

واریزه‌ها در حوضه پاتاق تا حدود زیادی متأثر از تشکیل کمب پاتاق (شکل ۴) هستند. کمب پاتاق که در بخش شمال غربی طاق‌دیس نواکوه و جنوب شرق شهر سرپل ذهاب واقع شده است، نقش مهمی در

در میان اشکال ژئومورفولوژی حوضه‌های مطالعاتی، واریزه‌ها و مخروط افکنه‌ها دارای مقادیر زیادی مواد و مصالح خرد شده هستند که می‌توانند به عنوان سنگدانه مورد استفاده قرار گیرند. تشکیل

است. فرسایش قهقرایی در کمب به طرف جنوب شرق از یک طرف و تناوب لایه‌های سست در زیر و لایه آهک آسماری در ارتفاعات پهلوی طاق‌دیس، باعث ایجاد پدیده ریزش شده و پهنه‌های واریزه‌ای وسیعی را در پای پرتگاه‌ها در پهلوی طاق‌دیس ایجاد نموده است (شکل ۵).

تامین مصالح ساختمانی به ویژه سنگدانه ایفا نموده است. تشکیل کمب پطاق با مکانیسم چین خوردگی سطح-خستی توجیه می‌شود. در این مکانیسم ایجاد کشش و انبساط در راس طاق‌دیس باعث فرسایش در محور آن شده و به تدریج محور طاق‌دیس فرسایش یافته است. فرود محوری طاق‌دیس پطاق نیز نقش مهمی در تکامل آن به طرف جنوب شرق ایفا نموده



شکل ۴- نمایی از کمب پطاق در شمال غرب حوضه پطاق

گسترش زیاد سازندهای آسماری و شهبازان با انحلال پذیری بالا، باعث تشکیل اشکال مختلف کارستیک در حوضه شده است. مطالعات میدانی در این تحقیق انواع مختلفی از اشکال کارستیک مانند لایه‌ها، دولین‌ها و پولیه را مشخص نمود. شکل ۶ نمونه‌هایی از فرسایش انحلالی را در حوضه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

مخروط افکنه‌ها از اشکال ژئومورفولوژیکی تراکمی هستند که منابع وسیعی از سنگدانه را در حوضه قلعه شاهین تشکیل داده‌اند. همچنان که شکل

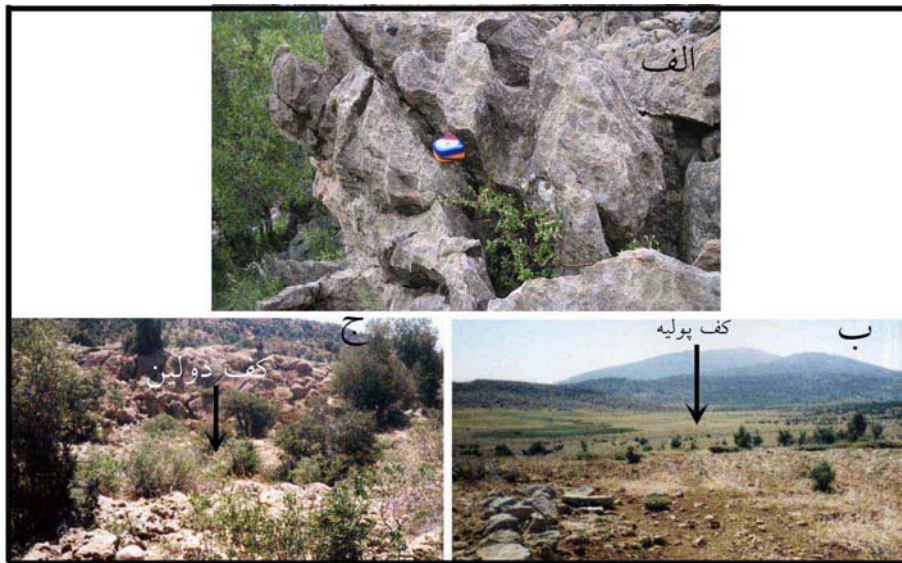
به طور کلی، تخریب سنگ‌های آهکی سخت در اثر انجماد و ذوب یخ و تغییرات درجه حرارت از یک طرف، و تناوب طبقات سخت آهکی در ارتفاعات بالا و طبقات سست‌تر سازند تله زنگ در پائین، از طرف دیگر باعث توسعه سطوح واریزه‌ای در بخش جنوب غربی و جنوب حوضه پطاق گردیده است. واریزه‌ها در هر دو حوضه مطالعاتی و بر روی سازندهای آهکی تله زنگ و آسماری- شهبازان توسعه یافته‌اند. بخش اعظم ارتفاعات حوضه‌ها از سازند آهکی آسماری و آسماری- شهبازان تشکیل شده است.

تصاویر ماهواره‌ای هستند. مورفولوژی سطح مخروط‌های قدیمی (به علت غلبه فرسایش قهقرایی و توسعه بدلندها به سمت بالادست) ناهموارتر و دارای تضاریس بیشتری نسبت به مخروط‌های جدید هستند. میزان هوازدهی، ایجاد حفرات کارستیکی و ورنی سنگ‌ها نیز در مخروط‌های قدیمی و جدید کاملاً با هم متفاوت است به طوری که سطوح غیر فعال مخروط‌ها دارای هوازدهی و انحلال بیشتر و بنابراین، دارای مقدار خاک بیشتری نسبت به مخروط‌های جدید هستند (شکل ۷).

۳ نشان می‌دهد تعداد ۹۷ مخروط افکنه در حوضه قلعه شاهین تشکیل شده است. بخش‌هایی از مخروط افکنه‌های بزرگ دارای رسوبات تازه و جدید تر هستند که با عنوان مخروط افکنه‌های جدید یا فعال در شکل ۳ مشخص شده‌اند. با توجه به اهمیت مخروط افکنه‌ها در تامین مصالح ساختمانی به ویژه سنگدانه‌ها، در این تحقیق بر اساس چند شاخص ژئومورفولوژیک، مخروط افکنه‌های جدید و قدیمی تفکیک شدند. بخش‌های غیر فعال مخروط‌ها دارای تن رنگ تیره تری نسبت به مخروط‌های جدید در



شکل ۵- تشکیل واریزه در پای دیواره‌های پرشیب پهلوی طاق‌دیس نواکوه



شکل ۶ (الف) لایه‌های دایره‌ای، (ب) پولیه و (ج) دولین واقع در راس طاق‌دیس نواکوه



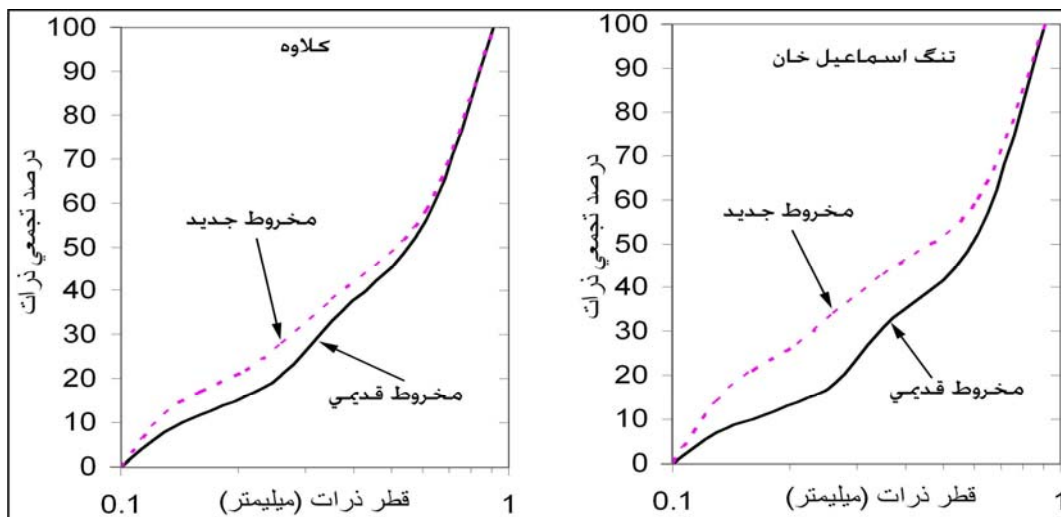
شکل ۷- مقایسه آبرفت‌های تازه و بدون هوازدگی در مخروط افکنه جدید (الف) و آبرفت‌های هوازده و تیره تر و تشکیل خاک در مخروط افکنه قدیمی (ب) در حوضه قلعه شاهین

خان و کلاوه را نشان می‌دهد. بر روی محور X، قطر ذرات (میلیمتر) با اشل لگاریتمی و بر روی محور Y، درصد تجمعی وزن رسوبات مشخص شده است. شکل منحنی تجمعی رسوبات، شرایط رسوبگذاری و

در این تحقیق همچنین آزمایش گرانولومتری در دو نمونه از رسوبات مخروط‌های جدید و دو نمونه از رسوبات مخروط‌های قدیمی انجام شد. شکل ۸ منحنی تجمعی ذرات مخروط افکنه‌های تنگ اسماعیل

در شکل ۳) دارای رسوبات درشت تری است که این موضوع نشان دهنده شرایط اقلیمی مرطوب تر در زمان تشکیل آن است. این وضعیت در مورد مخروط کلاوه (شماره ۹ در شکل ۳) نیز صدق می‌کند.

اندازه ذرات را مشخص می‌کند. هر چه منحنی از محور Y فاصله بگیرد، نشان دهنده رسوبات درشت تر و شرایط آب و هوایی مرطوب‌تر است (معمد، ۱۳۷۴: ۴۲). شکل ۸ نشان می‌دهد که مخروط قدیمی نسبت به مخروط جدید تنگ اسماعیل خان (شماره ۷



شکل ۸- منحنی درصد تجمعی رسوبات در مخروط افکنه‌های جدید و قدیمی روستاهای تنگ اسماعیل خان و کلاوه

مخروط افکنه، سطوح جدید با رسوبات ریز تر و جدید تر و کمتر هوازده دیده می‌شود. قرار گرفتن مخروط افکنه‌های قدیمی در معرض هوازدهگی طولانی مدت، باعث پوسیدگی و کاهش کیفیت و مقاومت آبرفت‌های آنها می‌شود در حالی که رسوبات و مصالح جدیدتر مخروط افکنه‌های جدید که کمتر در معرض هوازدهگی قرار داشته‌اند، دارای تفاوت بیشتری به عنوان مصالح ساختمانی هستند. بررسی جدول ۱ این موضوع را به خوبی نشان می‌دهد به طوری که مقدار ارزش ضربه‌ای سنگدانه‌ها در همه مخروط افکنه‌های جدید کمتر از مخروط‌های قدیمی است. این امر نشان دهنده مقاومت بیشتر رسوبات در مخروط افکنه‌های جدید حوضه قلعه شاهین است.

برای بررسی نقش هوازدهگی در کیفیت سنگدانه‌ها، آزمایش ارزش ضربه‌ای در ۱۸ نمونه از رسوبات مخروط افکنه‌ها و واریزه‌ها انجام شد. جدول ۱ نتایج آزمایش ارزش ضربه‌ای نمونه‌های برداشت شده را نشان می‌دهد. بررسی داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین ارزش ضربه‌ای در واریزه‌ها، مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید به ترتیب ۹.۵۷، ۹.۴۷ و ۸ درصد است. همچنان که شکل ۳ نشان می‌دهد تعداد ۹۷ مخروط افکنه در حوضه قلعه شاهین در محل خروج کوهستان به دشت، به علت کاهش شیب، تشکیل شده است. بخش اعظم مخروط افکنه‌های حوضه از نوع قدیمی بوده و دارای رسوبات درشت دانه، و هوازده هستند که به نظر می‌رسد در دوره‌های سیلابی کوتاه‌تر تشکیل شده‌اند. تنها بر سطح ۵

جدول ۱ - نتایج آزمایش ارزش ضربه‌ای (AIV به درصد) نمونه‌های برداشت شده از حوضه‌های پاتاق و قلعه شاهین

شماره نمونه	لندفرم	ارزش ضربه‌ای(درصد)	شماره نمونه	لندفرم	ارزش ضربه‌ای(درصد)
۱	واریزه	۹.۶۲	۱۰	مخروط جدید	۸.۳
۲	واریزه	۹.۲	۱۱	مخروط جدید	۷.۸۱
۳	واریزه	۹.۵۵	۱۲	مخروط جدید	۷.۸۴
۴	واریزه	۹.۴	۱۳	مخروط قدیمی	۸.۹۹
۵	واریزه	۹.۸۲	۱۴	مخروط قدیمی	۹
۶	واریزه	۹.۸۵	۱۵	مخروط قدیمی	۹.۸۷
۷	مخروط جدید	۸	۱۶	مخروط قدیمی	۹.۹
۸	مخروط جدید	۷.۹	۱۷	مخروط قدیمی	۹.۵۴
۹	مخروط جدید	۸.۲	۱۸	مخروط قدیمی	۹.۵۱

بخش اعظم مخروط افکنه‌ها، قدیمی بوده و تشکیل آنها مربوط به دوره‌های مرطوب تر و سیلابی تر کواترنری (همزمان با دوره‌های یخچالی) می باشد. با توجه به این که حوضه بالادست همه مخروط افکنه‌ها از سازند آهکی آسماری تشکیل شده است، در این تحقیق دو نمونه از رسوبات مخروط‌های قدیمی و دو نمونه از رسوبات مخروط‌های جدید دانه سنجی گردید (شکل ۸). نتیجه دانه سنجی نشان دهنده وجود رسوبات درشت تر مخروط‌های قدیمی تر و وجود رسوبات ریز تر مخروط‌های جدید است. این موضوع نشان دهنده وجود اقلیم مرطوبتر در زمان تشکیل مخروط‌های قدیمی منطقه مورد مطالعه است. علاوه بر آن، وجود شیارهای کارستیکی مانند لاپیه‌ها، هوازگی بیشتر، پوشش ورنی و تشکیل خاک بیشتر و همچنین وجود قلوه سنگ‌های درشت دانه در سطح بیشتر مخروط افکنه‌ها (مخروط‌های قدیمی) نشان دهنده شکل آنها در دوره‌های مرطوبتر یخچالی است. وجود خاک و مصالح هوازده بیشتر در سطح مخروط افکنه‌های قدیمی عاملی منفی در کیفیت سنگدانه‌ها محسوب می شود در حالی که رسوبات تازه تر و

بررسی این تحقیق نشان می دهد که از میان اشکال ژئومورفولوژی حوضه‌ها، مخروط افکنه‌ها و سطوح واریزه‌ای دارای مقادیر زیادی رسوبات و مصالح خرد شده هستند که منابع مناسبی از سنگدانه‌ها را تشکیل می دهند. انجام آزمایش ارزش ضربه‌ای در سنگدانه‌های مخروط افکنه‌ها نشان می دهد که با وجود کیفیت نسبی بهتر سنگدانه‌های واقع در مخروط‌های جدید، کیفیت سنگدانه‌ها در هر دو نوع مخروط افکنه‌های جدید و قدیمی، مناسب است. همچنین سطوح واریزه‌ای نیز به علت تازگی و مقدار کم هوازگی، دارای کیفیت بالایی به عنوان سنگدانه هستند.

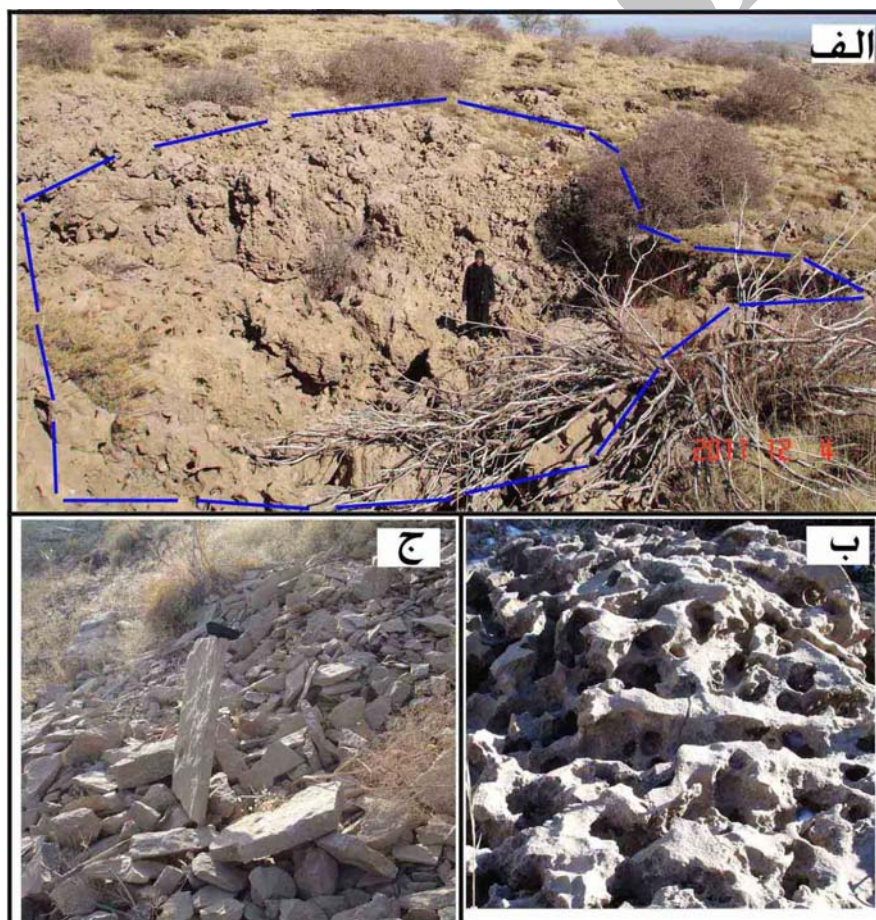
بحث و نتیجه‌گیری

حوضه‌های پاتاق و قلعه شاهین بخشی از واحد ساختمانی زاگرس چین خورده هستند. عوامل ساختمانی به همراه فرایندهای فرسایشی نقش موثری در تشکیل لندفرمها و تنوع آنها در حوضه‌های مطالعاتی ایفا نموده اند. بالا آمدگی طاق‌دیس نواکوه و عملکرد همزمان فرسایش در کواترنر باعث تشکیل سطوح وسیع مخروط افکنه‌ای در دشت ناودیس قلع شاهین شده است. همانگونه که شکل ۳ نشان می دهد

محدود هستند (شکل ۹). در این دامنه‌ها، تخریب فیزیکی باعث ایجاد سطوح وسیع واریزه‌ای شده است که منابع بالقوه ارزشمندی از سنگدانه‌ها را تشکیل می‌دهند. به طور کلی فرآیند کارستیفیکاسیون به علت ایجاد فضاهای خالی در سنگ، یک عامل منفی در تشکیل و کیفیت سنگدانه‌ها محسوب می‌شود در حالی که واریزه‌ها (چشم انداز غالب در پای پرتگاه‌ها و طبقات نامنظم سنگی به ویژه بر روی سازند تله زنگ) به عنوان منابع مناسب سنگدانه محسوب می‌شوند.

دارای خاک کمتر در سطح مخروط‌های جدید عاملی مثبت در کیفیت سنگدانه‌ها محسوب می‌شود.

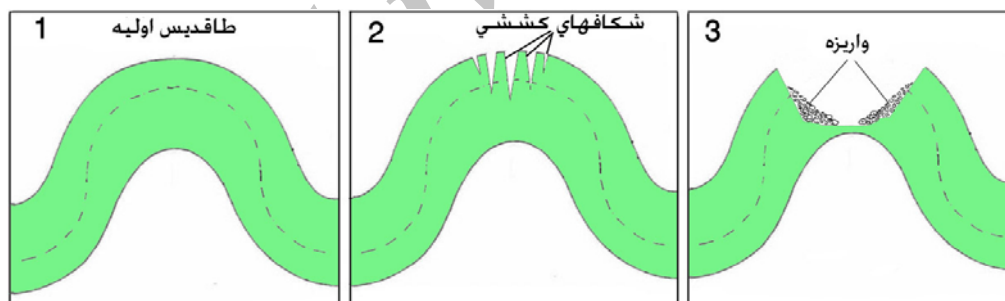
بخش‌های زیادی از حوضه‌ها به ویژه ارتفاعات حوضه، از لندفرم‌های کارستیک (شکل ۶) تشکیل شده‌اند. لندفرم‌های کارستیک عاری از سنگدانه‌هایی مانند ماسه و گراول و سنگ لاشه هستند. بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که در دامنه‌های شمال شرقی طاقدیس نوا کوه به علت وجود سایه و رطوبت بیشتر، اشکال کارستیک به ویژه دولین‌ها و لایپه‌های لانه زنبوری غالب هستند در حالی که در دامنه‌های آفتاب گیر و خشک‌تر جنوب غربی اشکال کارستیک



شکل ۹- مقایسه فرایندهای ژئومورفولوژی در دامنه شمال شرقی و جنوب غربی طاقدیس نواکوه: دولین تشکیل شده در ارتفاع ۲۱۰۰ متری دامنه شمال شرقی (الف)، لایپه‌های لانه زنبوری در دامنه شمال شرقی (ب) و سطوح واریزه‌ای ناشی از تخریب فیزیکی در دامنه جنوب غربی

تشکیل واریزه‌ها به طور شماتیک نشان می‌دهد. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که تشکیل سطوح واریزه‌ای در حوضه قلعه شاهین به تخریب مکانیکی سازند آهکی نازک لایه تله زنگ مربوط می‌شود. بخش‌های از طاق‌دیس نواکوه (۸.۳۵ درصد از کل حوضه قلعه شاهین) از سازند تله زنگ تشکیل شده است که فاقد اشکال کارستیک است. به علت وجود لایه‌های نازک از یک طرف و عملکرد تخریب مکانیکی از طرف دیگر، پهنه‌های وسیعی از واریزه در این سازند تشکیل شده است که منابع بالقوه‌ای از سنگدانه را شامل می‌شوند. از دیگر لندفرم‌های دارای منابع سنگدانه، مخروط افکنه‌ها هستند که تنها در حوضه قلعه شاهین تشکیل شده‌اند. مخروط افکنه‌ها شامل سطوح آبرفتی هستند که از قلوه سنگ‌ها و قطعه سنگ‌ها (در بالادست) تا ماسه و سیلت (در پایین دست) را شامل می‌شوند.

بررسی تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تشکیل واریزه‌ها در حوضه‌های مطالعاتی دارای ارتباط زیادی با تشکیل کمب پاتاق است. همان‌گونه که در بخش نتایج ذکر شد، تشکیل کمب پاتاق با مکانیسم چین خوردگی سطح-خنتی توجیه می‌شود. در این مکانیسم ایجاد کشش و انبساط در راس طاق‌دیس باعث فرسایش در محور آن شده و به تدریج محور طاق‌دیس فرسایش یافته است. فرود محوری طاق‌دیس پاتاق نیز نقش مهمی در تکامل آن به طرف جنوب شرق ایفا نموده است. مکانیسم کشش در راس طاق‌دیس باعث خرد شدن سنگ‌ها به قطعات و بلوک‌های سنگی کوچکتر شده است. علاوه بر مکانیسم مذکور، قرار گیری طبقات سخت آهکی آسماری و تله زنگ بر روی سازند سست امیران نیز نقش مهمی در تشکیل سطوح واریزه‌ای حوضه‌های مطالعاتی ایفا نموده است. شکل ۱۰ نقش چین خوردگی با مکانیسم سطح-خنتی و ایجاد کشش در راس طاق‌دیس را در



شکل ۱۰- طرحی شماتیک از تکامل چین خوردگی: تشکیل طاق‌دیس اولیه (۱)، ایجاد شکاف‌های کششی در راس طاق‌دیس (۲) و فرسایش طاق‌دیس و ایجاد سطوح واریزه‌ای در پای پرتگاه‌های باقی مانده از پهلوی طاق‌دیس (۳)

دارای سنگدانه‌های با کیفیت بالا هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سنگدانه‌های تشکیل شده از سنگ‌های آهکی با مقدار ارزش ضربه‌ای زیر ۱۰ درصد در گروه بسیار مقاوم قرار دارند (تلخابلو و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۰۰). جدول ۱ نشان می‌دهد که

به منظور بررسی مقاومت سنگدانه‌ها در مخروط افکنه‌ها و واریزه‌ها، تعداد ۱۸ نمونه از سنگدانه جمع آوری و آزمایش ارزش ضربه‌ای در آنها انجام شد. داده‌های مربوط به آزمایش ارزش ضربه‌ای نشان می‌دهد که همه مخروط افکنه‌ها و سطوح واریزه‌ای

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۸ ص ۸۲-۶۹

تلخابلو، مهدی، حافظی مقدس، ناصر، نیکودل، محمد رضا، ارومیه‌ای، علی و شفیع فر، مهدی، (۱۳۸۶)، ارزیابی ویژگی‌های مهندسی سنگ‌ها و پیشنهاد معیار انتخاب مصالح سنگی برای احداث موج شکن‌های توده سنگی در سواحل جنوبی ایران، علوم زمین، شماره ۶۶، ۸۶-۱۰۷

حسنلی، حمید رضا، شفیع فر، مهدی و نیکودل، محمدرضا، (۱۳۸۵)، بررسی عملکرد سنگهای آرمور در موج شکن‌های توده سنگی سواحل شمال خلیج فارس، فصلنامه علوم زمین، شماره ۶۱، ص ۷۸-۹۱.

حسین زاده، سید رضا و هراتی، روح الله، (۱۳۸۶)، بررسی هوازگی سنگ ساختمانی در کلان شهر مشهد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۲، ص ۱۴۵-۱۶۶.

رحمانی، حمید رضا، یزدانی، محمود، نیکودل، محمد رضا، (۱۳۸۹)، تعیین خصوصیات مهندسی پوکه‌های معدنی دماوند و امکان سنجی موارد کاربرد آنها در صنعت ساختمان، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، اردیبهشت ۱۳۸۹.

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۶، نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، شیت ۱-۵۱۵۸، ۴-۵۲۵۸.

سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۴، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کرند غرب، شیت ۵۲۵۸.

شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۷۳، نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، شیت قصر شیرین.

معمد، احمد، (۱۳۷۴)، رسوب شناسی (جلد ۱)، انتشارات دانشگاه تهران.

Bell, F.G. (2007). Engineering Geology (Second Edition). Elsevier. 581.p

ارزش ضربه‌ای در همه سنگدانه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه زیر ۱۰ است. بنابراین، در گروه بسیار مقاوم قرار دارند. مقایسه مقدار ارزش ضربه‌ای در مخروط افکنه‌های جدید و قدیمی نشان می‌دهد که، با وجود مقاومت بالای همه سنگدانه‌های واقع در مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید، مقدار ارزش ضربه‌ای در سنگدانه‌های واقع در مخروط افکنه‌های قدیمی کمی بالاتر از مخروط افکنه‌های جدید است که این موضوع نشان دهنده مقاومت و کیفیت کمتر سنگدانه‌ها در مخروط‌های قدیمی است. در توجیه این موضوع می‌توان به هوازگی طولانی مدت در مخروط افکنه‌های قدیمی و پوسیدگی و کاهش کیفیت و مقاومت آنها اشاره کرد. بررسی فرایندهای ژئومورفولوژی حوضه‌ها نشان می‌دهد که مکانیسم کشش در راس طاق‌دیس نواکوه و همچنین فرایندهای هوازگی فیزیکی مانند تخریب ترموکلاستی و کریوکلاستی به عنوان یک عامل مثبت در تشکیل سنگدانه‌ها مطرح هستند در حالی که فرآیند کارستیفیکاسیون به علت ایجاد فضاهای خالی در سنگ، یک عامل منفی در کیفیت سنگدانه‌ها محسوب می‌شود. در مجموع بررسی این تحقیق نشان می‌دهد که مقاومت، توزیع و حجم مصالح ساختمانی به ویژه سنگدانه‌ها تا حدود زیادی به اشکال و فرایندهای ژئومورفولوژی وابسته است

منابع

بهرامی، شهرام، زنگنه اسدی، محمد علی، عزیزی پور، گوهر و بهرامی، کاظم، (۱۳۹۰)، بررسی نقش اشکال و فرایندهای ژئومورفولوژی در کیفیت سنگدانه‌ها در حوضه آبخیز خرم آباد، فصلنامه

- exploration and development. *Quaternary International*, 82, 87–100.
- Langer, W.H., Drew, L.J., and Sachs, J.S. (2004). *Aggregate and the environment: American Geological Institute Environmental Awareness Series No. 8*, 64 p.
- Langer, W. H., and Knepper, D. H., Jr. (1998). Geologic characterization of natural aggregate: a field geologist's guide to natural aggregate resource assessment, in Bobrowsky, P. T., ed., *Aggregate resources, a global perspective: Balkema, Rotterdam*, p. 275-293.
- Lindsey, D.A., and Melick, R. (2002). *Reconnaissance of Alluvial Fans as Potential Sources of Gravel Aggregate, Santa Cruz River Valley, Southeast Arizona: U.S. Geological Survey Open-File Report 02-0314*, 44 p.
- Panizza, M. (1996). *Environmental geomorphology (Developments in Earth Surface Processes 4)*. Elsevier Science. 268 p.
- Smith, M.R., Collis, L. (2001). *Aggregates: Sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes (third edition)*. The Geological Society London. 339 p.
- Tshwenyego, A.M., Poulin, R. (1997). Mineral aggregate production in Botswana. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 11, 129-134.
- Fookes, P.G. (1991). Geomaterials. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 24(1), 3-15.
- Fookes, P.G. And Higginbottom, I.E. (1980). Some problems of construction aggregates in desert areas, with particular reference to the Arabian peninsula (part 1): Occurrence and special characteristics. *Proceeding of the Institution of Civil Engineers*, 2 (68), 39-67.
- Fookes, P.G. (1980). An introduction to the influence of natural aggregates on the performance and durability of concrete. *Quarterly journal of Engineering Geology*, 13, 207-229.
- Fookes, P.G., Lee, E.M., Griffiths, J.S. (2007). *Engineering geomorphology, theory and practice*. CRC Press. Taylor and Francis Group. 281. P
- Kennedy, K., and Froese, D. (2008). Aggregate resource exploration using a process-depositional model of meltwater channel development in the Eagle Plains area, northern Yukon. In: Emond, D.S., Blackburn, L.R., Hill, R.P., and L.H. Weston (editors), *Yukon Exploration and Geology 2008*. Yukon Geological Survey, p. 169-178.
- Kim, J.Y. (2001). Quaternary geology and assessment of aggregate resources of Korea for the national industrial resources